



МЕЖДУНАРОДНЫЙ СОЮЗ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

X.144

(10/2003)

СЕРИЯ X: СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И
ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

Сети передачи данных общего пользования –
Сетевые аспекты

**Параметры рабочих характеристик переноса
информации пользователя для сетей
передачи данных общего пользования
с ретрансляцией кадров**

Рекомендация МСЭ-Т X.144

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ X
СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	
Службы и услуги	X.1–X.19
Стыки	X.20–X.49
Передача, сигнализация и коммутация	X.50–X.89
Сетевые аспекты	X.90–X.149
Техническая эксплуатация	X.150–X.179
Административные предписания	X.180–X.199
ВЗАИМОСВЯЗЬ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ	
Модель и нотация	X.200–X.209
Определения услуг	X.210–X.219
Спецификации протоколов с соединениями	X.220–X.229
Спецификации протоколов без соединений	X.230–X.239
Формы ЗСРП (заявок о соответствии реализации протокола)	X.240–X.259
Идентификация протоколов	X.260–X.269
Протоколы обеспечения безопасности	X.270–X.279
Администрируемые объекты уровня	X.280–X.289
Аттестационное тестирование	X.290–X.299
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ СЕТЯМИ	
Общие положения	X.300–X.349
Спутниковые системы передачи данных	X.350–X.369
IP-сети	X.370–X.399
СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ СООБЩЕНИЙ	X.400–X.499
СПРАВОЧНИК	X.500–X.599
СЕТЕВЫЕ И СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ВОС	
Сетевые аспекты	X.600–X.629
Эффективность	X.630–X.639
Качество обслуживания	X.640–X.649
Именованье, адресация и регистрация	X.650–X.679
Абстрактно-синтаксическая нотация 1 (ASN.1)	X.680–X.699
АДМИНИСТРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ В ВОС	
Структура и архитектура административного управления системами	X.700–X.709
Службы и протоколы связи для административного управления	X.710–X.719
Структура управляющей информации	X.720–X.729
Функции административного управления и функции ODMA	X.730–X.799
БЕЗОПАСНОСТЬ	X.800–X.849
ПРИЛОЖЕНИЯ ВОС	
Совмещение, исполнение и восстановление	X.850–X.859
Обработка транзакций	X.860–X.879
Удаленные операции	X.880–X.899
ОТКРЫТАЯ РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ОБРАБОТКА	X.900–X.999

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т Х.144

Параметры рабочих характеристик переноса информации пользователя для сетей передачи данных общего пользования с ретрансляцией кадров

Резюме

В настоящей Рекомендации определяются параметры рабочих характеристик скорости, правильности и определенности, которые могут использоваться при спецификации и оценке рабочих характеристик переноса информации пользователя в сетях передачи данных общего пользования с ретрансляцией кадров. Определяемые параметры рабочих характеристик применимы к службам как ПВК, так и КВК.

Настоящий пересмотр был предпринят с целью учесть развитие Рекомендации МСЭ-Т Х.147, которая определяет значения норм на коэффициент готовности сети вместе с методами оценки коэффициента готовности сети с ретрансляцией кадров. Превышенная информация о готовности перенесена в Рекомендацию МСЭ-Т Х.147. Библиографические ссылки уточнены с целью учета развития Рекомендации МСЭ-Т Х.146, которая определяет нормы на рабочие характеристики и классы обслуживания, и Рекомендации МСЭ-Т Х.148, которая определяет методы измерения.

Источник

Рекомендация МСЭ-Т Х.144 утверждена 29 октября 2003 года 17-й Исследовательской комиссией МСЭ-Т (2001–2004 гг.) в соответствии с процедурой, изложенной в Рекомендации МСЭ-Т А.8.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи. Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяет темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соответствие положениям данной Рекомендации является добровольным делом. Однако в Рекомендации могут содержаться определенные обязательные положения (для обеспечения, например, возможности взаимодействия или применимости), и тогда соответствие данной Рекомендации достигается в том случае, если выполняются все эти обязательные положения. Для выражения требований используются слова "shall" ("должен", "обязан") или некоторые другие обязывающие термины, такие как "must" ("должен"), а также их отрицательные эквиваленты. Использование таких слов не предполагает, что соответствие данной Рекомендации требуется от каждой стороны.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на то, что практическое применение или реализация этой Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, обоснованности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, отстаиваются ли они членами МСЭ или другими сторонами вне процесса подготовки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещения об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для реализации этой Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что это может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ.

© МСЭ 2004

Все права сохранены. Никакая часть данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких-либо средств без письменного разрешения МСЭ.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1 Предмет рассмотрения.....	1
2 Ссылки	3
3 Сокращения	4
4 Общая модель рабочих характеристик	5
4.1 Компоненты соединения "от конца до конца"	5
4.2 Эталонные события переноса кадра	6
4.3 Результаты переноса кадров	7
5 Параметры рабочих характеристик переноса кадров	8
5.1 Время переноса кадра информации пользователя.....	11
5.2 Вариация времени переноса кадра информации пользователя.....	11
5.3 Коэффициент потери кадров информации пользователя	12
5.4 Коэффициент обнаруженных ошибок по кадрам	13
5.5 Частота лишних кадров	13
5.6 Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров	13
5.7 Параметры, относящиеся к потоку кадров.....	14
Приложение А – Тест согласованности для оценки рабочих характеристик.....	15
А.1 Мотивировка	15
А.2 Ограниченное стандартизованное использование	15
А.3 Определение DDB	15
А.4 Использование DDB при оценке FCTDR	16
Приложение В – Параметры правильности и определенности на базе битов.....	18
В.1 Коэффициент потери битов информации пользователя	18
В.2 Коэффициент обнаруженных ошибок по битам.....	18
Приложение С – Некоторые отношения между параметрами рабочих характеристик на уровне кадров и на уровне АТМ.....	20
С.1 Предмет рассмотрения	20
С.2 Мотивировка отношения параметров рабочих характеристик уровня кадров и уровня АТМ.....	20
С.3 Рассматриваемые параметры ретрансляции кадров.....	21
С.4 Отношения между параметрами потери информации пользователя для РК и АТМ	22
Дополнение I – Уведомление о перегрузке.....	25
I.1 Влияние FECN, BECN и CLLM на рабочие характеристики	25
I.2 Управление факторами, влияющими на рабочие характеристики	25
Дополнение II – Влияние чрезмерных запросов ресурсов соединения на рабочие характеристики	26
II.1 Случайная одновременная загрузка линии доступа.....	26
II.2 Полное использование линий доступа с повышенным абонированием	26
Дополнение III – Метод оценки FLR: выделение FLR	26
III.1 Ограничения методологии выделения FLR	26
III.2 Методология выделения FLR	27

Рекомендация МСЭ-Т Х.144

Параметры рабочих характеристик переноса информации пользователя для сетей передачи данных общего пользования с ретрансляцией кадров

1 Предмет рассмотрения

В настоящей Рекомендации определяются параметры рабочих характеристик скорости, правильности и определенности, которые могут использоваться при спецификации и оценке рабочих характеристик переноса информации пользователя в сетях данных общего пользования с ретрансляцией кадров. Определяемые параметры применимы к двухточечным соединениям¹ с ретрансляцией кадров "от конца до конца" и к определенным участкам таких соединений, организуемых согласно Рекомендациям МСЭ-Т Х.36 и Х.76.

Параметры рабочих характеристик, определяемые в настоящей Рекомендации, предназначены для использования при планировании международных служб с ретрансляцией кадров. Предполагаемыми пользователями этой Рекомендации являются провайдеры (поставщики) службы с ретрансляцией кадров, изготовители аппаратуры и конечные пользователи. Эта Рекомендация может использоваться:

- 1) провайдерами службы при планировании, развертывании и оценке служб с ретрансляцией кадров в целях обеспечения соответствия достигнутых рабочих характеристик потребностям пользователей;
- 2) изготовителями аппаратуры в качестве показателей рабочих характеристик, которые будут влиять на конструкцию аппаратуры; а также
- 3) пользователями при оценке рабочих характеристик.

Предмет рассмотрения этой Рекомендации показан на рисунке 1. Параметры рабочих характеристик ретрансляции кадров определяются на базе эталонных событий переноса кадра, которые могут наблюдаться на физических стыках на определенных границах. Параметры ретрансляции кадров для сравнимости и полноты рассматриваются в рамках матрицы рабочих характеристик 3×3 , которая определена в Рекомендации МСЭ-Т Х.140. В этой матрице определены три не зависящие от протокола функции передачи данных: установление соединения, передача информации пользователя и разъединение. Каждая функция рассматривается по трем общим аспектам рабочих характеристик ("критериям рабочих характеристик"):

- скорость;
- правильность; и
- определенность.

Сопровождающая модель с двумя состояниями дает базу для описания готовности службы (см. Рекомендации МСЭ-Т Х.147).

Определенные в данной Рекомендации параметры рабочих характеристик описывают скорость, правильность и определенность передачи информации пользователя, которые обеспечиваются сетями с ретрансляцией кадров. Эти параметры рабочих характеристик передачи информации пользователя применимы как к Постоянным виртуальным каналам (ПВК), так и к Коммутируемым виртуальным каналам (КВК).

Рекомендация МСЭ-Т Х.145 определяет скорость, правильность и определенность в фазах установления соединения и разъединения для Коммутируемых виртуальных каналов (КВК) с ретрансляцией кадров.

Рекомендация МСЭ-Т Х.146 определяет нормы на рабочие характеристики и классы качества обслуживания для ретрансляции кадров.

Рекомендация МСЭ-Т Х.147 определяет нормы и методы для оценки коэффициента готовности сети, обеспечивающей службы с ретрансляцией кадров.

¹ В контексте настоящей Рекомендации соединение с ретрансляцией кадров (называемое далее "соединением", если не названо другим термином) относится к виртуальному соединению, установленному между двумя указанными оконечными точками.

Рекомендация МСЭ-Т Х.148 определяет процедуры для измерения рабочих характеристик сетей данных общего пользования с ретрансляцией кадров.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Определенные в настоящей Рекомендации параметры могут быть дополнены или изменены в результате дальнейшего изучения требований к качеству рабочих характеристик сетей с ретрансляцией кадров.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Указанные параметры характеризуют соединения с ретрансляцией кадров в состоянии готовности.

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Параметры из данной Рекомендации рассчитаны на измерение рабочих характеристик сетевых элементов между парами границ участков. Однако пользователи настоящей Рекомендации должны учитывать, что поведение элементов соединения за пределами пары границ может неблагоприятно влиять на измеряемые рабочие характеристики элементов между этими границами. Примеры описываются в Дополнении III.

Настоящая Рекомендация построена следующим образом:

- В разделе 2 представлены библиографические ссылки.
- В разделе 3 представлены сокращения.
- В разделе 4 определяются модель рабочих характеристик и набор Эталонных событий переноса кадров (FE), которые дают базу для определения параметров рабочих характеристик.
- В разделе 5 определяются параметры, основанные на кадрах, для скорости службы, правильности и определенности с использованием описанных в разделе 4 эталонных событий переноса кадров.

Приложение А содержит тест для проверки согласованности рассматриваемого трафика в целях оценки рабочих характеристик. В Приложении В определяются параметры правильности и определенности на базе битов, связанные с переносом информации пользователя в службах с ретрансляцией кадров. В Приложении С приводятся некоторые взаимоотношения между параметрами рабочих характеристик на уровне кадров и на уровне АТМ. В Дополнении I обсуждается воздействие на рабочие характеристики сетевых индикаций перегрузки и даются общие рекомендации по управлению этим воздействием. В Дополнении II обсуждается воздействие на рабочие характеристики чрезмерного запроса на ресурсы соединения. В Дополнении III приведен метод оценки коэффициента потери кадров (FLR) на основе сетевых статистических сведений.

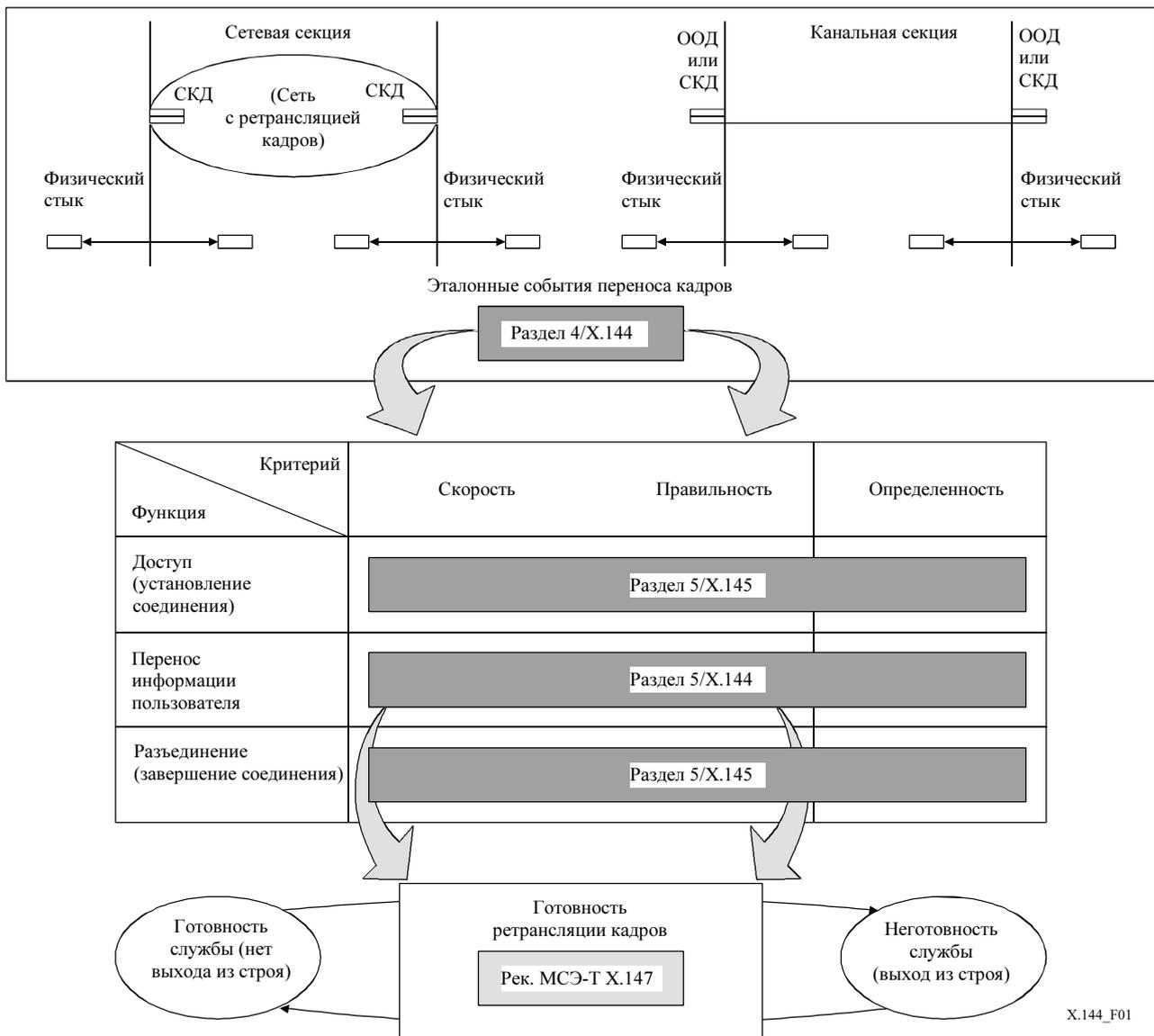


Рисунок 1/X.144 – Предмет рассмотрения Рекомендации МСЭ-Т X.144

2 Ссылки

Нижеследующие Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылок на них в этом тексте образуют положения настоящей Рекомендации. В момент публикации были действительны указанные издания. Все Рекомендации и другие источники подвергаются пересмотру; поэтому всем пользователям настоящей Рекомендации следует рассматривать возможность применения самых последних изданий перечисленных ниже Рекомендаций и других источников. Список текущих действующих Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка в данной Рекомендации на какой-либо документ, являющийся независимым документом, не дает ему статуса Рекомендации.

- ITU-T Recommendation I.356 (2000), *B-ISDN ATM layer cell transfer performance*.
- ITU-T Recommendation I.363 (1993), *B-ISDN ATM adaptation layer (AAL) specification*.
- ITU-T Recommendation I.365.1 (1993), *B-ISDN ATM adaptation layer sublayers: Frame relaying service specific convergence sublayer (FR-SSCS)*.
- ITU-T Recommendation I.370 (1991), *Congestion management for the ISDN frame relaying bearer service*.

- ITU-T Recommendation I.555 (1997), *Frame Relaying Bearer Service interworking.*
- ITU-T Recommendation X.36 (2003), *Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit-terminating Equipment (DCE) for public data networks providing frame relay data transmission service by dedicated circuit.*
- ITU-T Recommendation X.76 (2003), *Network-to-network interface between public networks providing PVC and/or SVC frame relay data transmission service.*
- ITU-T Recommendation X.140 (1992), *General quality of service parameters for communication via public data networks.*
- ITU-T Recommendation X.145 (2003), *Connection establishment and disengagement performance parameters for public Frame Relay data networks providing SVC services.*
- ITU-T Recommendation X.146 (2000), *Performance objectives and quality of service classes applicable to frame relay.*
- ITU-T Recommendation X.147 (2003), *Frame Relay network availability.*
- ITU-T Recommendation X.148 (2003), *Procedures for the measurement of performance of public data networks providing the international frame relay service.*
- ITU-T Recommendation X.329 (2000), *General arrangements for interworking between networks providing frame relay data transmission services and B-ISDN.*

3 Сокращения

В данной Рекомендации используются следующие сокращения:

КВК	Коммутируемый виртуальный канал	
СКД	Станция коммутации данных	
ООД	Оконечное оборудование данных	
ПВК	Постоянный виртуальный канал	
ЦСИС	Цифровая сеть с интеграцией служб	
ACS	Access Circuit Section	Канальная секция доступа
ANS	Access Network Section	Сетевая секция доступа
Bc	Committed Burst Size	Обязательный размер пачки
BCTDR	Bit-based Conformant Traffic Distortion Ratio	Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе битов
Be	Excess Burst Size	Превышенный размер пачки
BECN	Backward Explicit Congestion Notification	Явное уведомление источника о перегрузке
BLR	Bit Loss Ratio	Коэффициент потери битов
CIR	Committed Information Rate	Обязательная информационная скорость
CLLM	Consolidated Link Layer Management	Объединенное управление уровнем звена
DE	Discard Eligible	Приемлемость сброса
DLCI	Data Link Connection Identifier	Идентификатор соединения звена данных
EFR	Extra Frame Rate	Частота лишних кадров
EIR	Excess Information Rate	Избыточная информационная скорость
FCTDR	Frame-based Conformant Traffic Distortion Ratio	Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров
FDJ	Frame Delay Jitter	Вариация времени переноса кадра
FE	Frame transfer Reference Event	Эталонное событие переноса кадра
FECN	Forward Explicit Congestion Notification	Явное уведомление приемника о перегрузке
FLR	Frame Loss Ratio	Коэффициент потери кадров

FTD	Frame Transfer Delay	Время переноса кадра
ICS	Internetwork Circuit Section	Межсетевая канальная секция
MTBSO	Mean Time Between Service Outages	Среднее время между отказами службы
MTTSR	Mean Time To Service Restoral	Среднее время до восстановления работоспособности
NT	Network Termination	Сетевое окончание
RBER	Residual Bit Error Ratio	Коэффициент необнаруженных ошибок по битам
RFER	Residual Frame Error Ratio	Коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам
SA	Service Availability	Коэффициент готовности службы
TE	Terminal Equipment	Оконечное оборудование
TNS	Transit Network Section	Транзитная сетевая секция

4 Общая модель рабочих характеристик

В этом разделе определяется общая модель рабочих характеристик службы с ретрансляцией кадров, состоящая из четырех основных секций соединения:

- канальной секции доступа;
- межсетевой канальной секции;
- сетевой секции доступа; и
- транзитной сетевой секции.

Эти четыре основные секции соединения определяются в 4.1. Они образуют набор строительных блоков, с помощью которых можно представить любое соединение "от конца до конца". Каждый параметр рабочих характеристик, определенный в этой Рекомендации, может быть применен к однонаправленному переносу информации пользователя по секции соединения или по составному набору секций соединения.

В разделе 4 описывается также набор эталонных событий при переносе кадра, которые образуют базу для определения параметров рабочих характеристик. Эти эталонные события получены из соответствующих Рекомендаций МСЭ-Т о службах и протоколах ретрансляции кадров и согласуются с ними. Эталонные события определяются в 4.2.

Данная Рекомендация описывает параметры для количественной оценки рабочих характеристик в Точке доступа к услуге (Service Access Point, SAP) в верхней части уровня звена данных (то есть кадров). Количественные взаимоотношения между сетевыми рабочими характеристиками уровня кадров и рабочими характеристиками физического уровня, а также рабочими характеристиками уровней, находящихся над уровнем кадров (например, прикладного уровня), остаются для изучения.

4.1 Компоненты соединения "от конца до конца"

В контексте настоящей Рекомендации соединение "от конца до конца" состоит из секций, определяемых ниже. Определяемые термины показаны на рисунке 2.

4.1.1 канальная секция: Либо канальная секция доступна, либо межсетевая канальная секция.

4.1.1.1 канальная секция доступа (ACS): Физический канал или набор каналов, соединяющий Оконечное оборудование данных (ООД)² с (местной) Станцией коммутации данных (СКД). Сюда не входит какая-либо часть ООД или СКД.

² В контексте данной Рекомендации маршрутизаторы рассматриваются как ООД.

4.1.1.2 межсетевая канальная секция (ICS): Физический канал или набор каналов, соединяющий СКД одной сети с СКД другой сети. Сюда не входит какая-либо часть СКД.

4.1.2 сетевая секция: Сетевые компоненты, которые обеспечивают соединение между двумя канальными секциями. Сетевая секция может быть сетевой секцией доступа или транзитной сетевой секцией.

4.1.2.1 сетевая секция доступа (ANS): Сетевая секция, соединенная (как минимум) с одной канальной секцией доступа.

4.1.2.2 транзитная сетевая секция (TNS): Сетевая секция между двумя межсетевыми канальными секциями.

4.1.3 базовая секция соединения: Общий термин для канальной секции доступа, межсетевой канальной секции, сетевой секции доступа и транзитной сетевой секции.

4.1.4 граница секции: Граница, которая отделяет сетевую секцию от смежной канальной секции или отделяет канальную секцию доступа от смежного ООД. (Она называется также "границей".)

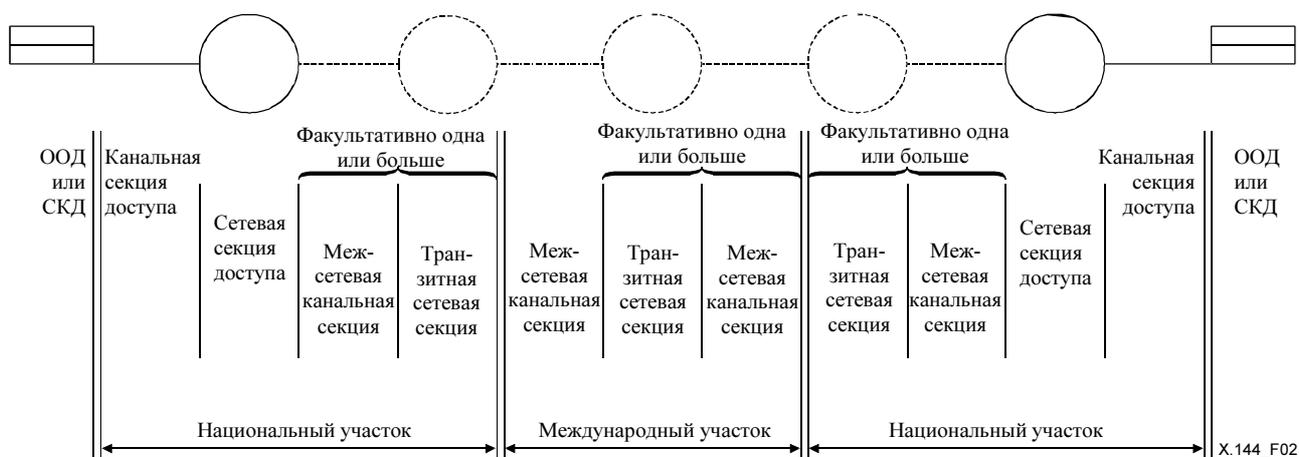


Рисунок 2/X.144 – Секции международного виртуального соединения

4.2 Эталонные события переноса кадра

В контексте данной Рекомендации к указанному соединению применяются следующие определения терминов. Эти определяемые термины иллюстрируются на рисунке 3.

4.2.1 эталонное событие переноса кадра: Событие, которое происходит тогда, когда:

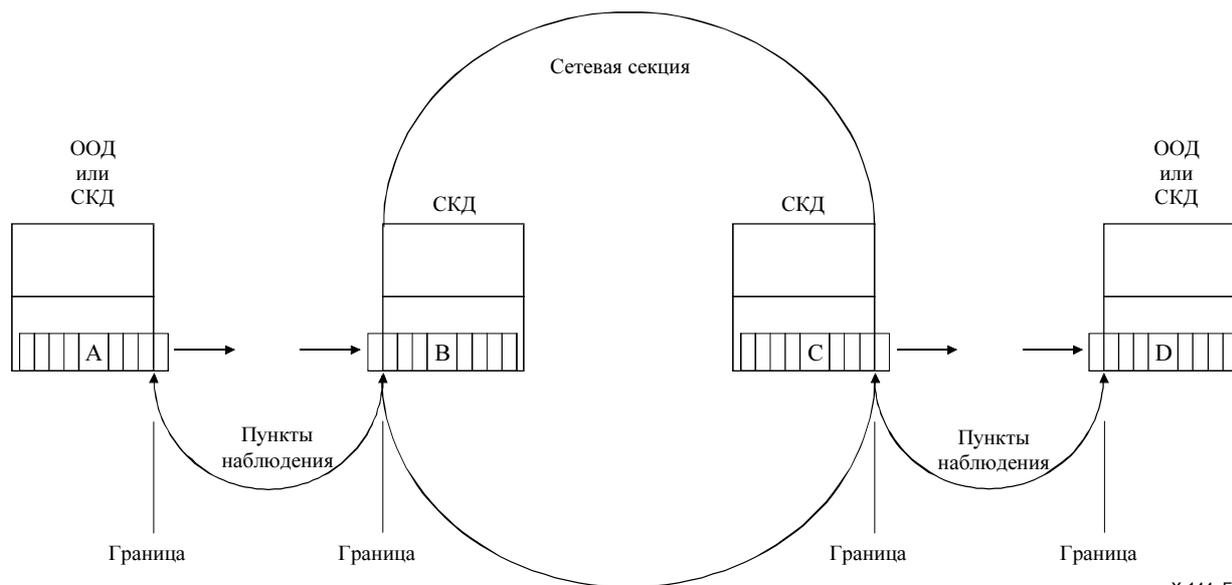
- кадр пересекает границу секции;
- кадр определен как кадр с информацией пользователя; и
- поле DLCI указывает, что кадр принадлежит этому соединению.

Эталонные события переноса кадра могут наблюдаться на физических границах, оканчивающих канальную секцию.

Определяются два класса эталонных событий переноса кадра:

4.2.1.1 событие "кадр входит": Эталонное событие переноса кадра, которое соответствует вхождению кадра в сетевую секцию (из канальной секции) или вхождению кадров в ООД (из канальной секции доступа). Моментом появления события переноса "кадр входит" считается момент времени, когда последний бит закрывающего флага кадра пересекает границу в сторону сетевой секции или ООД.

4.2.1.2 событие "кадр выходит": Эталонное событие переноса кадра, которое соответствует выходу кадра из сетевой секции (в канальную секцию) или выходу кадра из ООД (в канальную секцию доступа). Моментом появления события переноса "кадр выходит" считается момент времени, когда первый бит адресного поля кадра пересекает границу со стороны сетевой секции или ООД.



X.144_F03

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – События "кадр выходит" для кадров А и С.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – События "кадр входит" для кадров В и D.

Рисунок 3/Х.144 – Примеры эталонных событий переноса кадра

4.3 Результаты переноса кадров

Ниже предполагается, что в соединении передается последовательность кадров. Два события в соединении называются "соответствующими", если они могут быть отнесены к одному и тому же кадру источника.

Рассматривая два эталонных события переноса кадра FE_1 и FE_2 на границах V_i и V_j ³ соответственно, можно определить четыре основных результата переноса кадра. Переданный кадр либо успешно переносится, либо получает необнаруженные ошибки, либо теряется. Принятый кадр, для которого нет соответствующего переданного кадра, называется "лишним". Лишние кадры могут появиться из-за ошибок в адресе кадра из другого соединения⁴. На рисунке 4 иллюстрируются определения четырех основных результатов переноса кадра.

³ Если не указано иное, то границы V_i и V_j означают, соответственно, границы входа кадра и выхода кадра, которые ограничивают произвольную секцию соединения или составной набор секций соединения. Параметры рабочих характеристик определяются для однонаправленного переноса кадров.

⁴ Кадры, нарушающие порядок следования, и дублированные кадры не ожидаются. Если какой-либо неожиданный сетевой механизм порождает такие события, то измерительные системы могут отнести их к комбинациям результатов "потерянный кадр", "кадр с необнаруженными ошибками" или "лишний кадр".

4.3.1 результат "успешно перенесенный кадр": Результат "успешно перенесенный кадр" появляется в случае, когда событие FE₂, соответствующее FE₁, произошло в пределах установленного времени T_{max} после FE₁, а также когда:

- 1) проверка с циклическим избыточным кодом (Cyclic Redundancy Check, CRC) полученного кадра действительна; и
- 2) двоичное содержимое поля информации пользователя в принятом кадре точно соответствует такому полю в соответствующем переданном кадре.

Применительно к рабочим характеристикам T_{max} является пределом времени, после которого кадр считается потерянным.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Значение T_{max} остается для изучения (ожидается, что оно будет в диапазоне $5 < T_{max} < 10$ с).

4.3.2 результат "кадр с необнаруженными ошибками": Результат "кадр с необнаруженными ошибками" появляется в случае, когда FE₂, соответствующее FE₁, произошло в пределах установленного времени T_{max} после FE₁, а CRC полученного кадра действительна, но двоичное содержимое поля информации пользователя в принятом кадре отличается от такого поля в соответствующем переданном кадре (то есть поле информации пользователя в принятом кадре имеет одну или несколько ошибок по битам).

4.3.3 результат "потерянный кадр": Результат "потерянный кадр" появляется в случае, когда FE₂ не произошло в пределах времени T_{max} от соответствующего FE₁ или когда CRC принятого кадра недействительна. Значение T_{max} – то же, которое используется при определении результата "успешно перенесенный кадр".

4.3.4 результат "лишний кадр": Результат "лишний кадр" появляется в случае, когда FE₂ произошло без соответствующего FE₁.

5 Параметры рабочих характеристик переноса кадров

В этом разделе определяются пять параметров скорости службы, правильности и определенности, относящихся к переносу кадров с информацией пользователя:

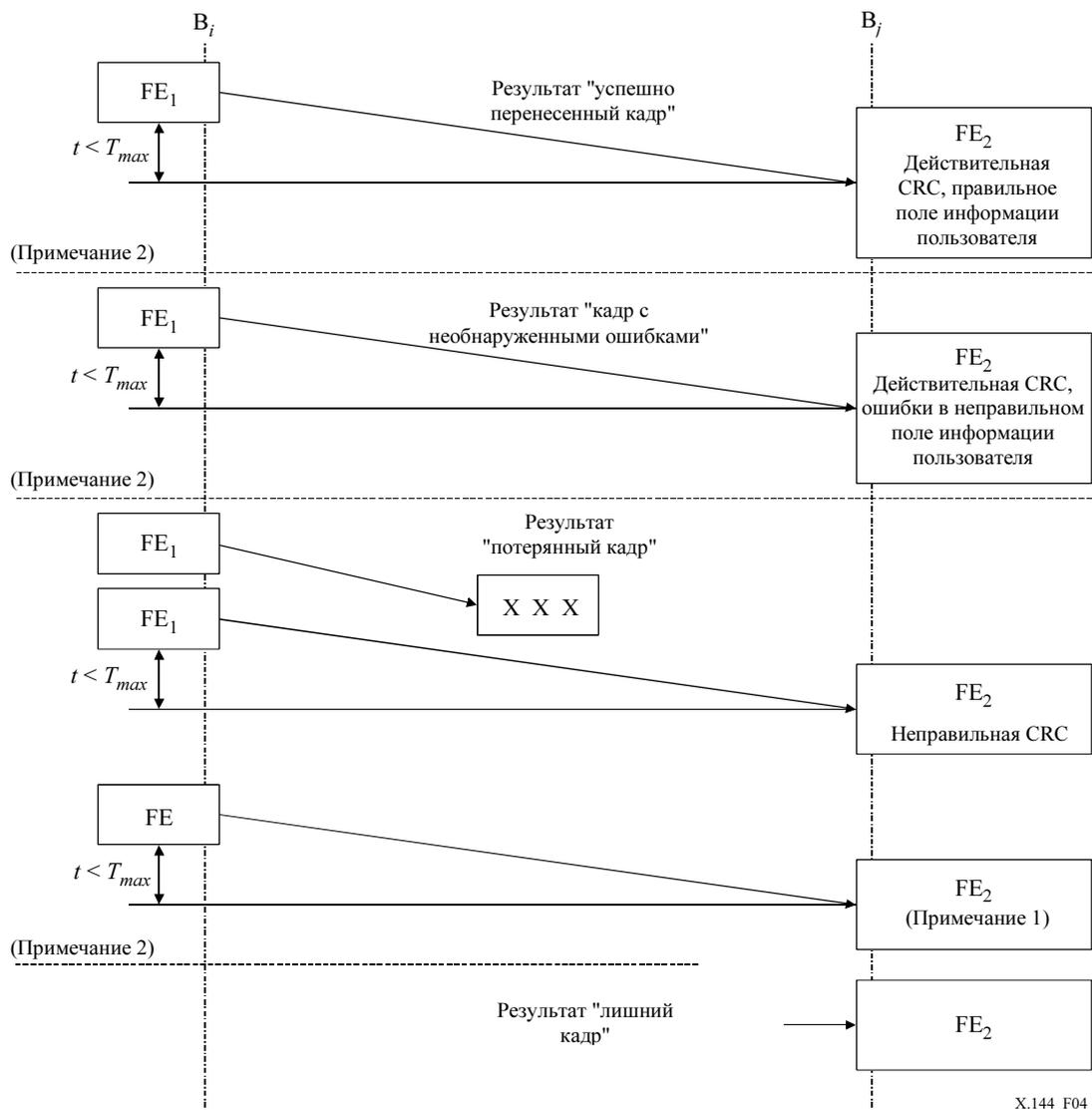
- время переноса кадра;
- коэффициент потери кадров с информацией пользователя;
- коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам;
- частотность лишних кадров; и
- коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров.

Эти параметры могут использоваться для количественной оценки рабочих характеристик переноса информации пользователя как для служб ПВК, так и для служб КВК.

Все параметры могут оцениваться на основе наблюдений на границах секций. На рисунке 5 показаны статистические совокупности, используемые для вычисления выбранных параметров правильности и определенности⁵.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В Приложении В определяются три дополнительных биториентированных параметров правильности и определенности, связанные с переносом информации пользователя в службах с ретрансляцией кадров: коэффициент потери битов информации пользователя, коэффициент необнаруженных ошибок по битам и коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе битов. Эти параметры связаны с определенными в разделе 5 параметрами, ориентированными на кадры (см. рисунок 5).

⁵ Как показано на рисунке 5, результат "успешно перенесенный кадр" или "кадр с необнаруженными ошибками" относится к "ретранслированному кадру".



X.144_F04

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Результат появляется независимо от действительности CRC.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Переменная t означает прошедшее время.

Рисунок 4/X.144 – Результаты переноса кадра

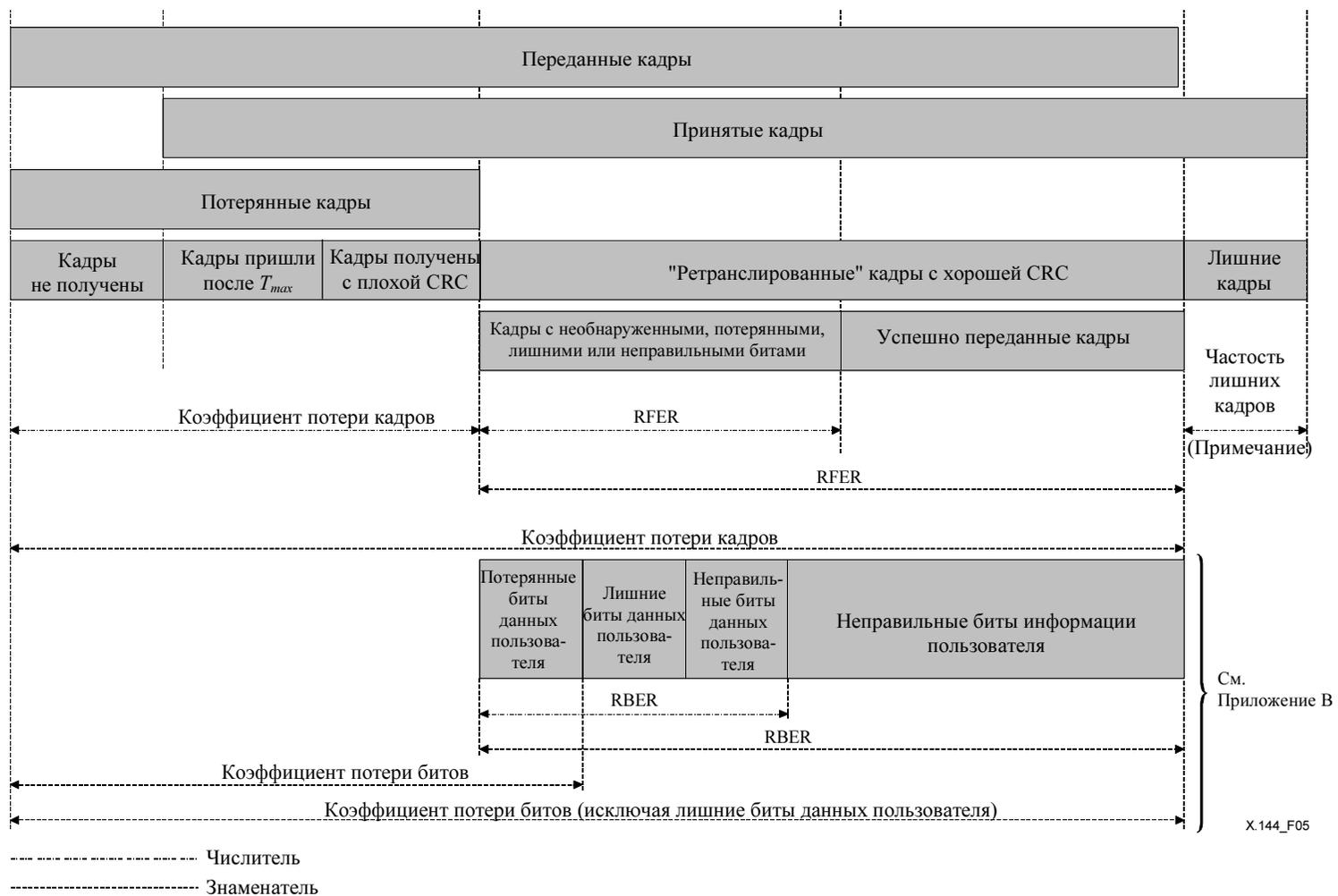


Рисунок 5/X.144 – Статистические совокупности, используемые для определения выбранных параметров правильности и определенности

5.1 Время переноса кадра информации пользователя

Время переноса кадра (FTD) информации пользователя определяется следующим образом:

$$FTD = t_2 - t_1,$$

где для определенной совокупности:

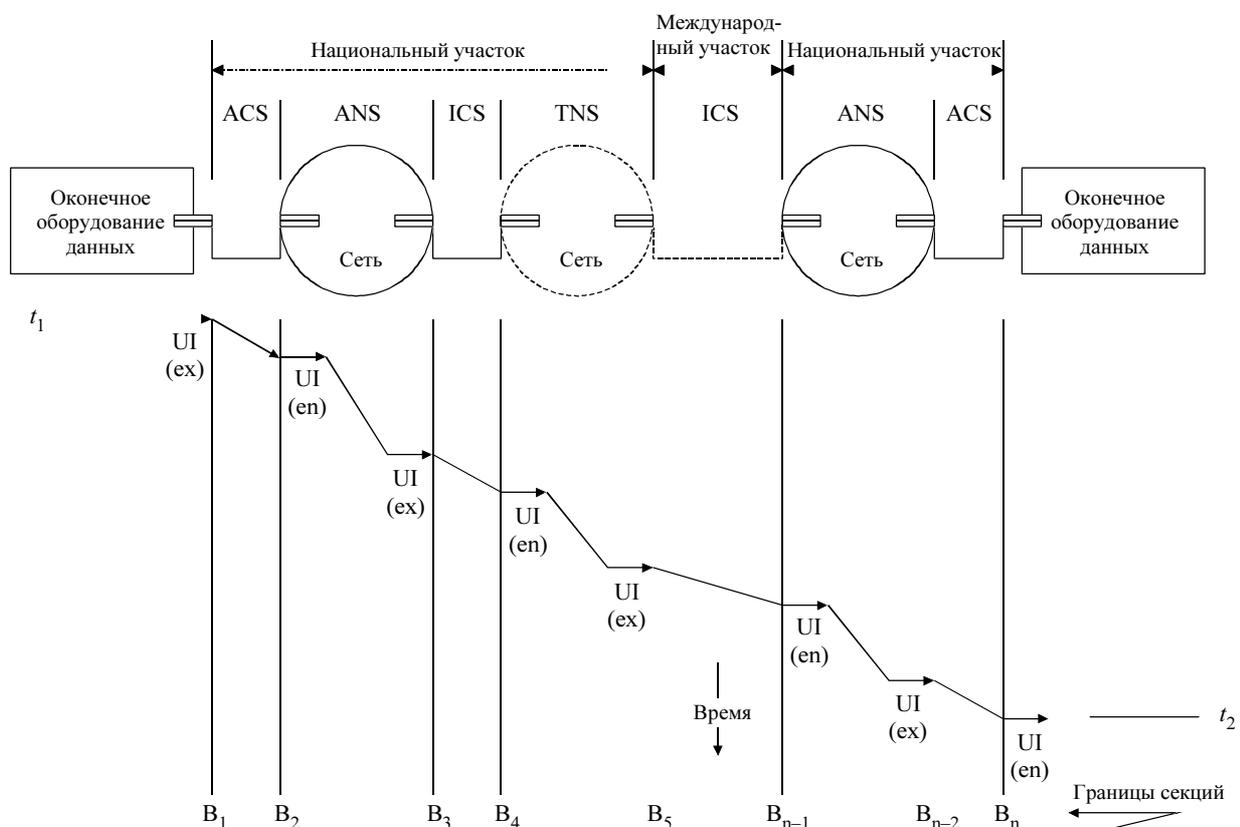
t_1 – время появления первого FE;

t_2 – время появления второго FE; кроме того

$$t_2 - t_1 \leq T_{max}$$

(где T_{max} – ожидаемое максимальное время переноса по соединению с ретрансляцией кадров).

Время переноса кадра информации пользователя "от конца до конца" является задержкой при передаче в одну сторону между границами ООД (например, B_1 и B_n на рисунке 6).



UI FE переноса информации пользователя
(конкретные FE остаются для дальнейшего изучения)

en Вход
ex Выход

X.144_F06

ПРИМЕЧАНИЕ. – Наблюдать ($t_1 - t_2$) можно на вызывающей стороне и вызываемой стороне любого участка виртуального соединения.

Рисунок 6/X.144 – События для времени переноса кадра информации пользователя

5.2 Вариация времени переноса кадра информации пользователя

Вариация (джиттер) времени переноса кадра (FDJ) определяется как максимальное время переноса кадра (FTD_{max}) минус минимальное время переноса кадра (FTD_{min}) за заданный интервал измерения, содержащий статистически значительное число (N) измерений времени переноса.

$$FDJ = FTD_{max} - FTD_{min}$$

где:

FTD_{max} максимальное FTD , зарегистрированное за интервал измерений из N измерений времени переноса;

FTD_{min} минимальное FTD , зарегистрированное за интервал измерений из N измерений времени переноса;

N число измерений FTD , сделанных для получения статистически значительного представления измерений FTD . Следует выбирать N не менее 1000 (см. примечание).

ПРИМЕЧАНИЕ. – Число наблюдений 1000 будет гарантировать, что 99,5% значений времени переноса будут наблюдаться по меньшей мере в 99% времени. Предлагаемый интервал измерения – пять (5) минут. Желательно, чтобы наблюдения были равномерно распределены в интервале измерений.

5.3 Коэффициент потери кадров информации пользователя

Коэффициент потери кадров (FLR) информации пользователя определяется следующим образом:

$$FLR = \frac{F_L}{F_S + F_L + F_E},$$

где для определенной совокупности:

F_S – общее число результатов "успешно перенесенный кадр";

F_L – общее число результатов "потерянный кадр"; и

F_E – общее число результатов "кадр с необнаруженными ошибками".

Особый интерес представляют два специальных случая, FLR_c и FLR_e .

5.3.1 FLR_c

FLR для кадров, имеющих обозначение $DE = 0$, будет оставаться относительно постоянным, пока общий трафик с $DE = 0$ не превысит $CIR = B_c/T_c$. Если общий трафик с $DE = 0$ превысит CIR , то некоторые кадры с $DE = 0$ могут быть немедленно отброшены или превращены в кадры с $DE = 1$, что, возможно, увеличит FLR^6 для трафика с $DE = 0$.

FLR_c определяется как FLR для совокупности кадров с $DE = 0$, когда все кадры с $DE = 0$ согласуются с CIR . Если сеть получает все согласующиеся кадры согласно тесту, описанному в Приложении А, то FLR_c является вероятностью того, что кадр с $DE = 0$, принятый в качестве согласующегося, будет впоследствии потерян. Согласование с CIR рассматривается при использовании теста, описанного в Приложении А.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Кадры с $DE = 0$, ретранслированные с битом DE , измененным в $DE = 1$, включаются при вычислении FLR_c .

5.3.2 FLR_e

Кадры могут получать обозначение $DE = 1$ либо до, либо сразу после пересечения входной границы секции. Характеристика потерь для всех таких кадров будет оставаться относительно постоянной, пока общий трафик с $DE = 1$ не превысит $EIR = B_e/T_c^7$. Если общий трафик с $DE = 1$ превысит EIR ,

⁶ Коэффициент увеличения FLR , когда предлагаемый трафик превышает CIR и $EIR (= B_e/T_c)$, может зависеть от сетевого оператора. Некоторые сетевые операторы пытаются явно транспортировать этот лишний трафик. Такая практика может увеличить вероятность уведомлений о перегрузке, вероятность задержек или пачек потерь.

⁷ Параметры B_c , B_e , T_c и CIR определены в разделе 1.2 Рекомендации МСЭ-Т I.370 – *Управление при перегрузке для службы переноса ЦСИС с ретрансляцией кадров*. Их взаимоотношения между собой и с битом DE проиллюстрированы в 1.6/I.370.

то кадры с $DE = 1$ могут немедленно отбрасываться, что, возможно, увеличит FLR для трафика с $DE = 1$ ⁸.

FLR_e определяется как FLR для совокупности входящих кадров с $DE = 1$, когда все входящие кадры с $DE = 1$ согласуются с EIR, а все кадры с $DE = 0$ согласуются с CIR. Если сеть получает все согласующиеся кадры согласно тесту, описанному в Приложении А, то FLR_e является вероятностью того, что входной кадр с $DE = 1$, принятый в качестве согласующегося, будет впоследствии потерян. Согласование с EIR и CIR рассматривается при использовании теста, описанного в Приложении А.

Так как нет точного способа количественного определения объема трафика с $DE = 0$, который сетью превращается в $DE = 1$, параметр FLR_e с целью его оценки определяется только для кадров, входящих с $DE = 1$. Пока общий трафик с $DE = 1$ не превышает EIR, можно ожидать, что сеть, выдающая трафику обозначения $DE = 1$, будет иметь коэффициенты потерь, близкие к FLR_e .

5.4 Коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам

Коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам (RFER)⁹ определяется следующим образом:

$$RFER = \frac{F_E}{F_E + F_S},$$

где для определенной совокупности:

F_S общее число результатов "успешно перенесенный кадр"; и

F_E общее число результатов "кадр с необнаруженными ошибками".

5.5 Частота лишних кадров

Частота лишних кадров (EFR) определяется следующим образом:

$$EFR = \frac{E_F}{T_{EFR}},$$

где:

E_F общее число результатов "лишний кадр", наблюдаемых за определенный интервал времени T_{EFR} .

Эта частота может выражаться в виде числа результатов "лишний кадр" за длительность каждого соединения в секундах¹⁰.

5.6 Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров

Создаваемое сетью скопление или избыток кадров, которое приводит в согласующемся трафике к обозначению $DE = 1$, может вызвать потерю кадров в выходных сетевых элементах. Поэтому определяется коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров (FCTDR), чтобы помочь диагностике трудностей с FLR.

⁸ См. сноску 6.

⁹ Этот параметр правильности относится к остаточным (то есть необнаруженным) ошибкам кадров с информацией пользователя, которые вызваны ухудшениями передачи или коммутации и внесены в определенное соединение.

¹⁰ По определению лишний кадр – это полученный кадр, который не имеет соответствующего переданного кадра в этом соединении. Лишние кадры в конкретном соединении могут быть вызваны необнаруженной ошибкой в адресе кадра, отправленного по другому соединению, либо неправильно запрограммированной трансляцией адресов кадров, отправленных по другому соединению. Так как ни один из этих механизмов не имеет прямого отношения к числу кадров, переданных по наблюдаемому соединению, этот параметр рабочих характеристик не может быть выражен в виде коэффициента из подсчета кадров, а выражается только в виде некоторой частоты появления.

Соотношение между FCTDR и выходным FLR сильно зависит от того, как сотрудничают сетевые провайдеры с целью выполнить свои (подразумеваемые) обязательства по CIR и EIR "от конца до конца". В некоторых случаях сеть в направлении к выходу может намеренно обеспечивать увеличенные V_c и V_e , либо уменьшенное T_c , чтобы компенсировать скопление кадров на выходе. Возможно также, что FCTDR не будет важен для оканчивающих устройств, которые не обращают внимания ни на неравномерность прибытия, ни на статус DE принимаемых кадров. По этим обоим причинам не могут быть установлены сетевые нормы на рабочую характеристику FCTDR.

Кадры, согласующиеся с CIR на входной границе, могут быть потеряны, задержаны в скоплении или снабжены меткой $DE = 1$, поэтому число кадров, согласующихся с CIR на выходной границе, уменьшается. Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров для трафика с $DE = 0$ ($FCTDR_c$) измеряет уменьшение согласующегося трафика только из-за задержки в скоплении или из-за снабжения меткой.

Параметр $FCTDR_c$ определяется следующим образом:

$$FCTDR_c = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n,$$

где:

$$F_n = \begin{cases} 1, & \text{если кадр } A_n \text{ не подчиняется } \hat{CIR} \text{ на } B_j \\ \text{или снабжен меткой } DE = 1 \text{ на } B_j \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases},$$

а также:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ означает последовательность N кадров, которые все входят с $DE = 0$, согласуются с CIR на B_i и все ретранслированы к B_j .

\hat{CIR} – это модификация CIR, описанная в Приложении А.

Кадры, согласующиеся с EIR на входной границе B_i , могут быть потеряны или задержаны в скоплении, поэтому число кадров, согласующихся с EIR на выходной границе, уменьшается. Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров для трафика с $DE = 1$ ($FCTDR_e$) измеряет уменьшение согласующегося трафика только из-за задержки в скоплении.

Параметр $FCTDR_e$ определяется следующим образом:

$$FCTDR_e = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N F_n,$$

где:

$$F_n = \begin{cases} 1, & \text{если кадр } A_n \text{ не подчиняется } \hat{EIR} \text{ на } B_j \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases},$$

а также:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ означает последовательность N кадров, которые все входят с $DE = 1$, подчиняются EIR на B_i и все ретранслированы на B_j .

– это модификация EIR, описанная в Приложении А.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Необходимость норм на FCTDR остается для изучения.

5.7 Параметры, относящиеся к потоку кадров

Необходимость параметров сетевых рабочих характеристик, описывающих фактический поток кадров в соединении, остается для изучения. Такие параметры будут нужны в случаях, когда в службах с ретрансляцией кадров реализованы механизмы управления потоком. Одним из полезных

параметров могла бы стать разница (положительная) между согласованной обязательной информационной скоростью и фактической скоростью переноса информации. Могут представлять ценность также характеристики конкретных механизмов управления потоком.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В Добавлении II обсуждается, как на рабочие характеристики влияют сетевые индикации перегрузки (то есть FECN, BECN, CLLM), и даются общие рекомендации по управлению этими влияниями.

Приложение А

Тест согласованности для оценки рабочих характеристик

А.1 Мотивировка

Для методов определения в сети согласованности со скоростями CIR и EIR нет стандартов. Приемлемы все разумные реализации сети, которые нормально допускают трафик V_c и V_e в интервалах времени T_c . Однако FLR_c и FLR_e (см. 5.3.1 и 5.3.2), FCTDR (см. 5.6) и коэффициент готовности (см. Рекомендацию МСЭ-Т X.147) нуждаются в представлении согласованности. Для целей оценки рабочих характеристик FLR_c , FLR_e , FCTDR и коэффициента готовности стандартным путем необходимо иметь стандартный метод определения согласованности.

В этом Приложении описывается стандартный тест, который следует использовать при определении согласованности трафика ретрансляции кадров для целей оценки вышеперечисленных рабочих характеристик. Был выбран тест, называемый Мостом двойной опасности (Double Dangerous Bridge, DDB), так как он считается более строгим, чем любая сетевая реализация тестирования согласованности при наблюдении за трафиком.

Так как сети разрешают отбрасывание (или обозначение меткой DE) всех кадров при превышении CIR или EIR, обычно желательно, чтобы такие кадры не учитывались при измерении FLR или FCTDR. Считается, что DDB будет по меньшей мере таким же строгим при определении согласованности, как и любой разумный тест ретрансляции кадров на согласованность. Поэтому любой поток кадров, определенный с помощью DDB как полностью согласующийся, будет приниматься любой приемлемой сетью как полностью согласующийся. Каждый кадр из такого потока будет, в принципе, принят сетью без отбрасывания или снабжения меткой. Следовательно, потоки кадров, определенные с помощью DDB как полностью согласующиеся, полезны для оценки рабочей характеристики потери кадров внутри сети в интервалы времени, когда избегаются допустимые влияния форсирования трафика.

Создавая выгоду для пользователя, сетевые провайдеры могут переносить трафик за пределами согласованной CIR или EIR. Так как, однако, отсутствует стандартизованный способ предоставления этой дополнительной пропускной способности, в настоящую Рекомендацию не включены измерения рабочих характеристик для такого предоставления. Пользователи этой пропускной способности должны знать, что может появиться сопровождающая повышенная вероятность FECN, BECN, CLLM, потери кадров, увеличения времени переноса и нарушения согласованности.

А.2 Ограниченное стандартизованное использование

DDB используется стандартизованным образом только для описанных выше целей оценки рабочих характеристик. Он не является стандартом для реализации внутри сети. Однако проекты наблюдения за трафиком могут сравниваться с DDB, чтобы подтвердить, что они являются менее строгими и более приемлемыми, чем DDB. По определению DDB считается настолько строгим, что будет весьма маловероятно, чтобы какая-либо практическая методика наблюдения отбрасывала кадры, одобренные с помощью DDB.

А.3 Определение DDB

Алгоритм DDB подсчитывает общее число битов данных пользователя в скользящем окне с длительностью времени T_c . Делаются два сравнения с V_x , где V_x – это V_c или V_e для оценки, соответственно, CIR или EIR. Во-первых, сравнивается общее число битов данных пользователя, включенных в информационные кадры, у которых первый бит кадра располагается внутри текущего

окна, а во-вторых, сравнивается общее число битов данных пользователя, включенных в информационные кадры, у которых последний бит кадра располагается внутри текущего окна. Если какое-либо из этих чисел превышает V_x , то кадр в окне объявляется несогласующимся. Из этого описания ясно, что DDB никогда не разрешает более V_x битов данных внутри любого окна T_c и что это не верно для любой известной (в настоящее время) методики наблюдения за трафиком. Более того, при некоторых минимальных предположениях о наблюдении за трафиком может быть точно продемонстрирован максимально строгий характер DDB.

Реализация DDB показана на рисунке А.1. Возможны другие способы реализации DDB; однако любая такая реализация должна вырабатывать такие же решения о согласованности, что и алгоритм, представленный здесь.

На определенной границе для потока кадров выполняются два общих подсчета:

- 1) Переменная $count_fbw$ – это общее накопленное число битов данных пользователя в кадрах, у которых первый бит располагается в окне T_c . Переменная fbw_list – это список кадров, у которых первый бит находится в текущем окне T_c .
- 2) Переменная $count_lbw$ – это общее накопленное число битов данных пользователя в кадрах, у которых последний бит располагается в окне T_c . Переменная lbw_list – это список кадров, у которых последний бит находится в текущем окне T_c .

Если какое-либо из этих двух чисел превысило V_x , то показанная на рисунке А.1 реализация DDB объявляет самый новый кадр в окне T_c несогласующимся кадром.

ПРИМЕЧАНИЕ. – При оценке FLR_c , FLR_e и коэффициента готовности не важны подсчеты несогласующихся кадров и битов данных в таких кадрах. Важно лишь, чтобы DDB определил целый поток как согласующийся.

А.4 Использование DDB при оценке FCTDR

FCTDR сравнивает объем согласующегося трафика на выходном интерфейсе с объемом согласующегося трафика на входном интерфейсе. Определение того, что поток трафика на выходном интерфейсе является согласующимся, будет допускать некоторое скопление кадров во входных элементах. Чтобы делать такое разрешение, может быть использован параметр ϵ , называемый "допустимым скоплением кадров" ("frame clumping tolerance").

Для заданного соединения рассмотрим поток кадров с информацией пользователя между двумя границами, разделяющими набор сцепленных секций соединения. Пусть T_c означает интервал времени, в течение которого на входной границе оценивается V_x (выражающее V_c для CIR и V_e для EIR). Чтобы разрешать разумный объем скопления кадров при оценке FCTDR, согласованность трафика на выходной границе должна сравниваться с помощью модифицированных T_c , CIR и EIR:

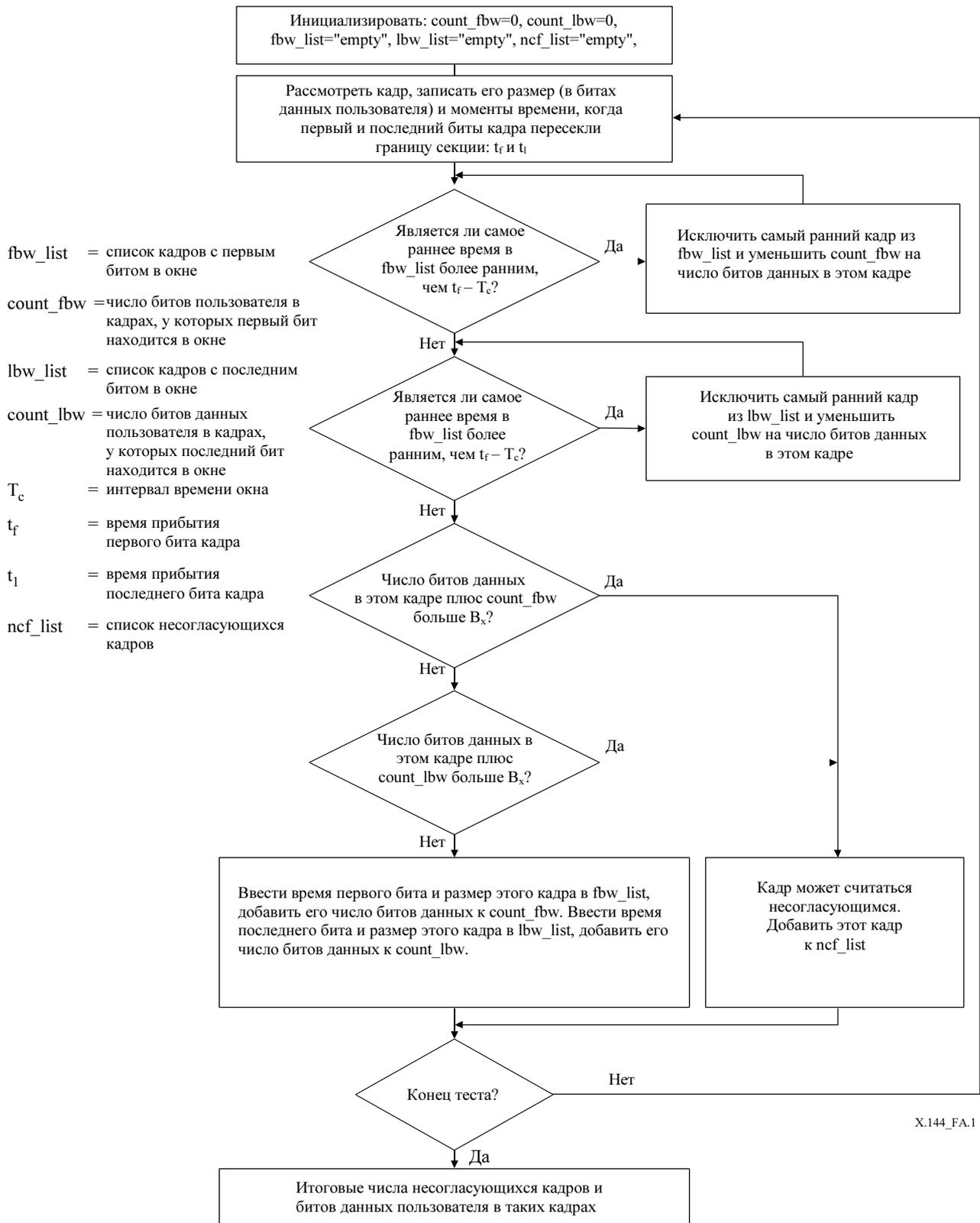
$$\hat{T}_c = T_c - \epsilon$$

$$\hat{CIR} = V_c / \hat{T}_c$$

$$\hat{EIR} = V_e / \hat{T}_c$$

$$(T_c > \epsilon > 0)$$

ПРИМЕЧАНИЕ. – Требование к ϵ остается для изучения.



X.144_FA.1

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Возможны другие реализации.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – $V_x = V_c$ или V_e .

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Когда V_x превышено, этот алгоритм объявляет самый новый кадр в окне T_c несогласующимся кадром. Приемлемые алгоритмы должны либо делать это, либо распознавать более короткий кадр в текущем окне.

Рисунок А.1/X.144 – Реализация моста двойной опасности

Приложение В

Параметры правильности и определенности на базе битов

В этом Приложении определяются три зависящих от протокола параметра правильности и определенности на базе битов, связанные с переносом информации пользователя в службах с ретрансляцией кадров:

- коэффициент потери битов информации пользователя;
- коэффициент необнаруженных ошибок по битам; и
- коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе битов.

Эти параметры дополняют соответствующие параметры на базе кадров (коэффициент потери кадров информации пользователя, коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам и коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе кадров), определенные в разделе 5. На рисунке 5 были показаны статистические совокупности, которые используются для вычисления этих параметров правильности и определенности.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если не указано иное, то соответствующие условия, введенные в разделах 1–5, применимы к Приложению В.

В.1 Коэффициент потери битов информации пользователя

Коэффициент потери битов (BLR) информации пользователя определяется следующим образом:

$$BLR = \frac{B_L + B_M}{B_S + B_R + B_L + B_M},$$

где для определенной совокупности:

- B_S – общее число битов информации пользователя в результатах "успешно перенесенный кадр";
- B_R – общее число битов информации пользователя в результатах "кадр с необнаруженными ошибками";
- B_L – общее число битов информации пользователя в результатах "потерянный кадр"; и
- B_M – общее число необнаруженных потерянных (то есть отсутствующих) битов информации пользователя в результатах "кадр с необнаруженными ошибками".

Особый интерес представляют два специальных случая.

В.1.1 BLR_c: BLR_c определяется как BLR для совокупности кадров с DE = 0, когда все кадры с DE = 0 согласуются с CIR.

В.1.2 BLR_e: BLR_e определяется как BLR для совокупности кадров, входящих с DE = 1, когда все входные кадры с DE = 1 согласуются с EIR, а все кадры с DE = 0 согласуются с CIR.

В.2 Коэффициент необнаруженных ошибок по битам

Коэффициент необнаруженных ошибок по битам (RBER)¹¹ определяется следующим образом:

$$RBER = \frac{B_M + B_E + B_X}{B_C + B_M + B_E + B_X},$$

где для определенной совокупности:

- B_C – общее число правильных битов информации пользователя в результате – "успешно перенесенный кадр" и "кадр с необнаруженными ошибками";

¹¹ Этот параметр правильности относится к остаточным (то есть необнаруженным) ошибкам битов с информацией пользователя, которые вызваны ухудшениями передачи или коммутации и внесены в определенное виртуальное соединение.

B_M – общее число необнаруженных потерянных (то есть отсутствующих) битов информации пользователя в результатах "кадр с необнаруженными ошибками";

B_E – общее число необнаруженных неправильных (то есть инвертированных) битов информации пользователя в результатах "кадр с необнаруженными ошибками";
и

B_X – общее число необнаруженных лишних (то есть дополнительных) битов информации пользователя в результатах "кадр с необнаруженными ошибками".

На практике невозможно во всех случаях различить появления необнаруженных неправильных, необнаруженных потерянных и необнаруженных лишних битов информации пользователя без сравнения таких битов данных, наблюдаемых на двух границах.

В.3 Коэффициент нарушений согласующегося трафика на базе битов: Коэффициент нарушения согласующегося трафика на базе битов для трафика с $DE = 0$ определяется следующим образом:

$$BCTDR_c = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n,$$

где:

$$F_n = \begin{cases} 1, & \text{если кадр } A_n \text{ является несогласующимся } \hat{C}IR \text{ на } B_j \\ \text{или снабжен меткой } DE = 1 \text{ на } B_j \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ означает последовательность N кадров, которые все входят с $DE = 0$, согласуются с CIR на B_j и все ретранслированы к B_j .

$\hat{C}IR$ – это модификация CIR , описанная в Приложении А,

b_n – число битов информации пользователя в кадре A_n ($n = 1, 2, \dots, N$), и

$$N_A = \sum_{n=1}^N b_n \quad \text{является общим числом битов информации пользователя в кадрах } \{A_1, A_2, \dots, A_N\}.$$

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Необходимость норм на $BCTDR_c$ остается для изучения.

Коэффициент нарушения согласующегося трафика на базе битов для трафика с $DE = 1$ определяется следующим образом:

$$BCTDR_e = \frac{1}{N_A} \sum_{n=1}^N F_n b_n,$$

где:

$$F_n = \begin{cases} 1, & \text{если кадр } A_n \text{ является несогласующимся } \hat{E}IR \text{ на } B_j \\ 0 & \text{в остальных случаях} \end{cases}$$

а также:

$\{A_1, A_2, \dots, A_N\}$ означает последовательность N кадров, которые все входят с $DE = 1$, согласуются с EIR на B_j и все ретранслированы к B_j .

$\hat{E}IR$ – это модификация EIR , описанная в Приложении А,

b_n – число битов информации пользователя в кадре A_n ($n = 1, 2, \dots, N$), и

$$N_A = \sum_{n=1}^N b_n \quad \text{является общим числом битов информации пользователя в кадрах } \{A_1, A_2, \dots, A_N\}.$$

Приложение С

Некоторые отношения между параметрами рабочих характеристик на уровне кадров и на уровне АТМ

С.1 Предмет рассмотрения

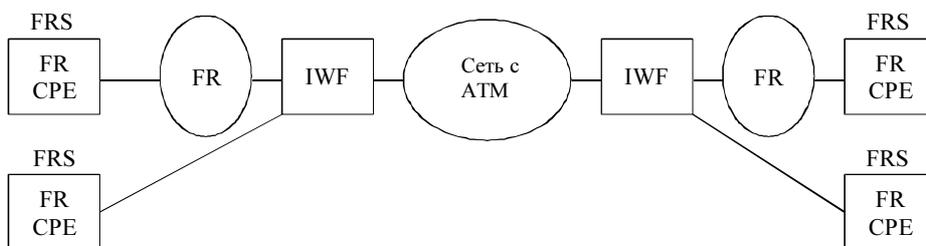
В этом Приложении разрабатываются некоторые отношения между параметрами рабочих характеристик на уровне кадров, которые определены в основном тексте настоящей Рекомендации, и параметрами рабочих характеристик на уровне Асинхронного режима переноса (Asynchronous transfer mode, АТМ), которые определены в последней версии Рекомендации МСЭ-Т I.356. Эти взаимоотношения параметров базируются на сценарии взаимодействия сетей с Ретрансляцией кадров и с АТМ (FR-АТМ) (см. рисунок С.1 а) и на сценарии взаимодействия служб FR-АТМ (см. рисунок С.1 б), которые определены в Рекомендации МСЭ-Т I.555 и более полно разработаны в Рекомендациях МСЭ-Т X.329, I.365.1 и в разделе 6/I.363. Разработанные в настоящем Приложении взаимоотношения между параметрами рабочих характеристик на уровне АТМ и на уровне кадров могут использоваться в качестве основы для установления норм на рабочие характеристики для ретрансляции кадров, организованной над АТМ или взаимодействующей с АТМ.

С.2 Мотивировка отношения параметров рабочих характеристик уровня кадров и уровня АТМ

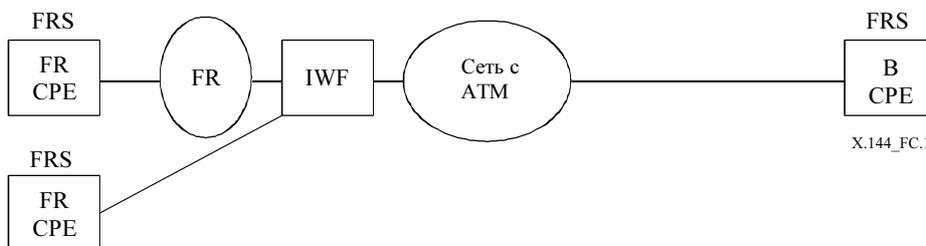
Подходящее отношение между параметрами сетевых рабочих характеристик для переноса кадров и переноса ячеек должно позволять определять рабочие характеристики "от конца до конца" для двух сценариев взаимодействия, показанных на рисунке С.1. Кроме того, для сегмента соединения, который поддерживает ретрансляцию кадров над АТМ-технологией, это отношение должно также позволять оценивать рабочие характеристики любого сегмента соединения на уровне ретрансляции кадров с помощью измерений рабочих характеристик уровня АТМ этого сегмента соединения.

Показанное на рисунке С.1 виртуальное соединение "от конца до конца" (или от СРЕ до СРЕ) можно разделить на два или больше "сегментов соединения", используя Точки измерения (Measurement Point, МР) вблизи каждой IWF. Рабочие характеристики "от конца до конца" такого виртуального соединения могут быть оценены путем измерения рабочих характеристик каждого сегмента соединения и затем подходящего комбинирования ухудшений рабочих характеристик, измеренных в каждом сегменте соединения. Так как некоторые из этих сегментов соединения используют технологию на основе кадров, а другие используют технологию на основе АТМ, определение сетевых рабочих характеристик "от конца до конца" согласно этому подходу требует подходящих средств для сопоставления параметров рабочих характеристик, основанных на этих двух технологиях.

Для заданного сегмента соединения, в котором технология АТМ используется для поддержки службы с ретрансляцией кадров, может быть полезно для эксплуатации установить взаимосвязь АТМ-ориентированных рабочих характеристик этого сегмента в части времени переноса, потерь и ошибок с их влиянием на аналогичные рабочие характеристики, ориентированные на кадры.



а) Сценарий 1 взаимодействия сетей



б) Сценарий 2 взаимодействия сетей

ATM	Asynchronous Transfer Mode (Асинхронный режим переноса)
B	Broadband (Широкополосное)
CPE	Customer Premises Equipment (Оборудование в помещении абонента)
FR	Frame Relay (Ретрансляция кадров)
FRS	Frame Relay Service (Служба с ретрансляцией кадров)
IWF	Interworking Function (Функция взаимодействия)

Рисунок С.1/Х.144 – Примеры взаимодействия FR-ATM

С.3 Рассматриваемые параметры ретрансляции кадров

Рассматриваются следующие параметры¹² на уровне кадров:

- время переноса кадра (FTD) с информацией пользователя;
- коэффициент потери кадров (FLR) с информацией пользователя;
- коэффициент необнаруженных ошибок по кадрам (RFER);
- частота лишних кадров (EFR).

По меньшей мере два фактора влияют на корреляцию FTD с Временем переноса ячейки (Cell Transfer Delay, CTD). Во-первых, сценарии взаимодействия FR-ATM обеспечивают отображение (называемое также мультиплексированием) Идентификаторов канала звена данных (DLCI) уровня FR в Идентификаторы виртуального канала (Virtual Channel Identifiers, VCI) уровня ATM. Рассмотрены два типа схем отображения, а именно тип, который отображает один DLCI в один VCI (называемый мультиплексированием 1-в-1), и тип, который отображает несколько DLCI в один VCI (называемый мультиплексированием N-в-1).

Тип схемы отображения может повлиять на отношение между CTD и FTD, так как схема отображения N-в-1 может содержать буфер информации от нескольких DLCI, чтобы появилась возможность ее передачи по одному назначенному VCI. Кроме того, часть пропускной способности переносить информацию у какого-либо VCI может быть использована для переноса ячеек Эксплуатации, администрирования и технического обслуживания (Operation, Administration and Maintenance, OAM) в дополнение к ячейкам с информацией пользователя. Если какой-либо VCI переносит как ячейки OAM, так и ячейки с информацией пользователя, которые несут информацию службы с ретрансляцией кадров, то следует проводить некоторое рассмотрение, чтобы определить пропускную способность, доступную для этих ячеек с информацией пользователя, даже если влияние передачи ячеек OAM на FTD будет, вероятно, очень маленьким.

¹² В этом Приложении не рассматриваются коэффициент нарушения согласующегося трафика на базе кадров и возможные параметры, относящиеся к потоку кадров.

FLR может быть связан с Коэффициентом потери ячеек (Cell Loss Ratio, CLR) и с другими параметрами рабочих характеристик, когда известен определенный размер кадра или предполагается номинальный размер кадра. Это рассматривается ниже, в разделе С.4.

RFER может быть связан с Коэффициентом ошибок по ячейкам (Cell Error Ratio, CER), когда известен определенный размер кадра или предполагается номинальный размер кадра. Однако разработка этой взаимосвязи затронет соображения о нарушениях по CRC на уровне кадров во время выполнения его задачи обнаружения ошибок. Эта зависимость остается для изучения.

EFR, в принципе, аналогичен Частоте ошибочно вставленных ячеек (Cell Misinsertion Rate, CMR). Эталонные события для каждого из этих параметров могут быть вызваны либо необнаруженной/неверно исправленной ошибкой в поле идентификатора канала (то есть DLCI или Идентификатора виртуального тракта VPI – идентификатора виртуального канала VCI), либо неправильно запрограммированной трансляцией меток идентификатора канала.

С.4 Отношения между параметрами потери информации пользователя для РК и АТМ

Рассмотрим теперь отношение между Коэффициентом потери кадров (FLR), Коэффициентом потери ячеек (CLR) и другими влияющими параметрами рабочих характеристик. Предполагается¹³ длина кадра F_{cells} или эквивалент F_{bits} .

Для ограниченного двумя МР сегмента соединения FLR определяется как отношение числа результатов "потерянный кадр" к числу результатов "потерянный кадр", "успешно перенесенный кадр" и "кадр с необнаруженными ошибками". Знаменатель этого отношения может рассматриваться как выражение общего числа кадров, переданных в заданный сегмент соединения за интересующий нас интервал времени. Наш подход состоит в следующем: во-первых, оценим вероятность потери кадров согласно каждому из нескольких идентифицированных механизмов, далее приравняем каждую такую вероятность отношению числа потерь кадров согласно конкретному механизму к общему числу кадров, переданных по сегменту соединения за весь интересующий нас интервал, и наконец просуммируем эти вероятности от всех идентифицированных механизмов.

Результат "потерянный кадр" появляется в сегменте соединения либо когда событие "вход кадра" не состоялось в пределах установленного интервала времени T_{max} после соответствующего события "выход кадра", либо когда недействительна CRC в принятом кадре, который соответствует событию "вход кадра". Согласно этому определению можно указать пять механизмов, которые приводят к потере кадров:

- 1) кадр теряется из-за событий "пачка ухудшений" ("burst impairment"), вызывающих несколько ошибок по битам, потери ячеек и/или ошибочно вставленные ячейки;
- 2) кадр теряется из-за случайных (фоновых) ошибок в одиночных битах;
- 3) кадр теряется из-за потери (фоновой) отдельной ячейки или ячеек, например, из-за переполнения буферного накопителя на уровне ячеек;
- 4) кадр теряется из-за ошибочной (фоновой) вставленной ячейки;
- 5) кадр теряется из-за неисправности обработки на уровне кадров, например, из-за переполнения буферного накопителя на уровне кадров или перегрузки процессора на уровне кадров.

¹³ Так как одна ячейка требует 53 октета, $F_{bits} = 424 \times F_{cells}$, где F_{bits} представляет общее число битов, нужных для транспортировки кадра на уровне АТМ. F_{cells} определяется из длины кадра и из того факта, что для транспортировки кадров FR используется Уровень адаптации АТМ (ATM Adaptation Layer, AAL) 5. До 48 октетов информации FR будут содержаться в каждой ячейке, используемой для транспортировки заданного кадра, а последняя ячейка, используемая для этого кадра, будет содержать 8 октетов информации, специфичной для AAL 5.

Механизм 1 подсчитывает влияние всех пачек ухудшений, которые видны на уровне АТМ, в то время как механизмы 2, 3 и 4 подсчитывают независимые влияния типов фоновых ухудшений, которые видны на уровне АТМ, а те, которые остались от пачек ухудшений, подсчитываются и удаляются. Механизм 5 подсчитывает ухудшения (как пачечного, так и фонового типов), которые мешают только на уровне кадров и поэтому не видны на уровне ячеек. Эти пять механизмов рассматриваем как независимые. Применяя далее уже упомянутый подход, выражаем FLR для конкретного сегмента соединения за указанный интервал времени следующим образом:

$$FLR = FLR_{burst} + FLR_{error} + FLR_{CLR} + FLR_{CMR} + FLR_{frames}, \quad (C-1)$$

где FLR_{burst} – это FLR из-за событий "пачка ухудшений", FLR_{error} – это FLR из-за случайных ошибок в одиночных битах, FLR_{CLR} – это FLR из-за потери отдельных ячеек, FLR_{CMR} – это FLR из-за ошибочно вставленных ячеек и FLR_{frame} – это FLR из-за неисправности обработки на уровне кадров. В остальной части этого раздела рассматриваются эти компоненты FLR, вызванные каждым из этих механизмов.

С.4.1 Ухудшения пачечного типа

Рассмотрим сначала вероятность потери кадров из-за ухудшений пачечного типа. Коэффициент пораженных блоков ячеек (Severely Errored Cell Block Ratio, *SECBR*), измеренный в заданном сегменте соединения за интересующий нас интервал времени, может быть использован для ограничения вероятности появления в этом интервале ухудшений пачечного типа, вызывающих ошибки по битам, потери ячеек и/или ошибочно вставленные ячейки. Он сохраняет связь длины кадра F_{cells} с длиной блока ячеек B_{cells} ¹⁴. Здесь будут рассмотрены три случая:

- $F_{cells} \ll B_{cells}$;
- $F_{cells} \gg B_{cells}$;
- $F_{cells} \approx B_{cells}$.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Если поддерживаются только кадры с размером 512 или меньше, то применим только первый случай.

Если F_{cells} значительно меньше, чем B_{cells} , то доля кадров, которые подвергаются влиянию пачки ухудшений, приблизительно равняется доле блоков ячеек, которые серьезно поражены ошибками, то есть *SECBR*.

Отсюда:

$$FLR_{burst} = SECBR. \quad (C-2a)$$

Однако если F_{cells} значительно больше B_{cells} , то любой один из (F_{cells}/B_{cells}) блоков ячеек¹⁵, пораженный ошибками, будет влиять на заданный кадр. Вероятность того, что кадр такой длины не будет подвергаться этому влиянию, равна:

$$(1 - SECBR)^{F_{cells}/B_{cells}}.$$

FLR от этого механизма является логическим дополнением указанной вероятности, а именно вероятностью того, что кадр такой длины подвергается влиянию одного или нескольких пораженных блоков ячеек (Severely Errored Cell Block, *SECB*), которая равна:

$$FLR_{burst} = 1 - (1 - SECBR)^{F_{cells}/B_{cells}} \quad (C-2b)$$

Если F_{cells} и B_{cells} примерно равны, то один *SECB* будет, как правило, влиять на два кадра, поэтому:

$$FLR_{burst} = 2 SECBR. \quad (C-2c)$$

¹⁴ Длина блока ячеек, определенная в Рекомендации МСЭ-Т I.356, связана с пиковой скоростью передачи ячеек (Peak Cell Rate, PCR). Минимальная длина равна 128 ячейкам, а максимальная длина равна 32 768 ячейкам. Предположим, что максимальная длина кадра составляет 512 октетов, плюс 5 октетов служебной информации, плюс AAL 5; тогда число кадров, содержащихся в одном блоке из 128 ячеек, будет равно $(128 \times 48 - 8)/(512 + 5) = 12$ кадров, а число кадров, содержащихся в одном блоке из 32 768 ячеек, будет равно 3014 кадров.

¹⁵ Более точно $[F_{cells}/B_{cells}]$, где [x] означает минимальное целое число, которое превышает или равняется x.

Мы отмечаем, что альтернативный подход к оценке влияния пачек ухудшений на уровень кадров должен бы учитывать параметры физического уровня, такие как число пораженных секунд за день или время, затраченное в день для выполнения переключений на резерв. Целесообразность этой альтернативы остается для изучения.

С.4.2 Ошибки одиночных битов

Рассмотрим теперь вероятность потери кадров из-за независимо появляющихся ошибок в одиночных битах. Примем, что вероятность ошибки одиночного бита совпадает с Коэффициентом ошибок по битам (Bit Error Ratio, BER). Вероятность того, что кадр длиной F_{bits} битов не поражен случайной ошибкой одиночного бита, равна:

$$(1 - BER)^{F_{bits}} .$$

FLR от этого механизма является логическим дополнением указанной вероятности, а именно вероятностью того, что такой кадр подвергается влиянию одной или нескольких случайных ошибок одиночных битов, которая равна:

$$FLR_{error} = 1 - (1 - BER)^{F_{bits}} . \quad (C-3)$$

Мы отмечаем, что, в принципе, следовало бы вначале установить отношение между параметрами битовых ошибок на физическом уровне и CER, а затем между CER и этим FLR_{error} .

С.4.3 Потери ячеек

Рассмотрим теперь вероятность потери кадров из-за независимо появляющихся потерь ячеек. Примем, что вероятность потери одиночной ячейки совпадает с CLR. Вероятность того, что кадр длиной F_{cells} не поражен пропавшей ячейкой, равна:

$$(1 - CLR)^{F_{cells}} .$$

FLR от этого механизма является логическим дополнением указанной вероятности, а именно вероятностью того, что такой кадр подвергается влиянию одной или нескольких потерь ячеек, которая равна:

$$FLR_{CLR} = 1 - (1 - CLR)^{F_{cells}} . \quad (C-4)$$

С.4.4 Ошибочно вставленные ячейки

Рассмотрим вероятность потери кадра из-за случайного появления ошибочно вставленной ячейки. Если известны частота ошибочно вставленных ячеек (CMR) и пиковая скорость передачи ячеек (PCR), применимые к ATM-соединению, то доля принятых ячеек, которые ошибочно вставлены, равна CMR/PCR . Считаем эту долю за вероятность того, что одиночная ячейка ошибочно вставлена. Вероятность того, что кадр длиной F_{cells} не поражен ошибочно вставленной ячейкой, равна:

$$(1 - CMR/PCR)^{F_{cells}} .$$

FLR от этого механизма является логическим дополнением указанной вероятности, а именно вероятностью того, что такой кадр подвергается влиянию одной или нескольких потерь ячейки, которая равна:

$$FLR_{CMR} = 1 - (1 - CMR/PCR)^{F_{cells}} . \quad (C-5)$$

С.4.5 Неисправности обработки на уровне кадров

Под конец рассмотрим вероятность потери кадров из-за неисправности обработки на уровне кадров. Она зависит от процессов над физическим уровнем и уровнем АТМ, а поэтому не входит в предмет рассмотрения этой Рекомендации. Образующуюся FLR_{frame} следует оценивать методами, ориентированными на кадры, и вставлять в уравнение (С-1) вместе с результатами уравнений (С-2), (С-3), (С-4) и (С-5).

Дополнение I

Уведомление о перегрузке

I.1 Влияние FECN, BECN и CLLM на рабочие характеристики

Поставщики сети могут использовать биты FECN и BECN и/или кадры CLLM для передачи информации об использовании сетевых ресурсов, помогая таким образом пользователям избегать или уменьшать влияние перегрузки. По этой причине некоторые ООД и прикладные процессы могут автоматически отвечать на FECN, BECN и/или CLLM путем уменьшения или сглаживания выдаваемого трафика кадров ниже того, какой заранее требуют дескрипторы (описатели) трафика. Поэтому использование сетью FECN, BECN и CLLM может прямо влиять на пропускную способность и рабочие характеристики, воспринимаемые конечными пользователями.

I.2 Управление факторами, влияющими на рабочие характеристики

Как использование FECN, BECN и CLLM в сети, так и соответствующий ответ пользователя не стандартизованы. Поэтому в настоящее время отсутствует взаимно приемлемый путь для стандартизации пределов использования этих сигналов, важных для рабочих характеристик. Однако можно дать следующие рекомендации:

- Если провайдер сети ожидает от своих пользователей ответов на FECN, BECN или CLLM путем временного уменьшения или сглаживания выдаваемого ими трафика ниже того, какой заранее требуют дескрипторы, то этот провайдер сети должен:
 - 1) точно описать, как пользователи будут отвечать¹⁶;
 - 2) установить пределы для частоты и длительности таких интервалов; и
 - 3) пояснить, с каким дополнительным риском столкнется пользователь при игнорировании таких интервалов.
- Пользователи должны понять интерпретацию FECN, BECN и CLLM их провайдерами сети и затем попытаться оптимизировать свои ответы на эти сигналы.
- Если отсутствует конкретная информация о том, как отвечать на FECN, BECN и CLLM, или отсутствуют пределы для их применения, то пользователи, полностью соответствующие их заранее определенным дескрипторам трафика, могут предполагать, что нормы на сетевые рабочие характеристики (FTD, FLR и другие) будут соблюдаться независимо от сигналов FECN, BECN и CLLM.

(См. также Дополнение II о влиянии чрезмерных запросов ресурсов соединения на рабочие характеристики для измеряемой рабочей характеристики.)

¹⁶ Заметим, что некоторые провайдеры сети просят также, чтобы пользователи отвечали на потерю кадров путем инициации или продления интервалов со сниженной нагрузкой.

Дополнение II

Влияние чрезмерных запросов ресурсов соединения на рабочие характеристики

Параметры, указанные в настоящей Рекомендации, разработаны для измерения рабочих характеристик сетевых элементов между парами границ секций. Однако пользователи данной Рекомендации должны быть осведомлены, что поведение элементов соединения вне пары границ может неблагоприятно влиять на измеряемые рабочие характеристики элементов, находящихся между границами. Имеются два важных примера:

II.1 Случайная одновременная загрузка линии доступа

Возможны случаи, когда одновременные пачки от ряда соединений на канальной секции доступа приводят к превышению физической пропускной способности линии. При получении такого набора соединений провайдер сети и абонент ожидают ограниченную или отсутствующую временную корреляцию между пачками кадров, но по случайным причинам это предположение не оправдывается. Во время таких событий реальные рабочие характеристики сети между установленными границами секции будут ухудшаться, и, в частности, это может привести к увеличенному числу FECN, BECN и CLLM (см. Дополнение I), а также к повышенным FLR, FTD, FCTDR или к каким-либо комбинациям этих влияний.

II.2 Полное использование линий доступа с повышенным абонированием

В частности, при использовании ПВК провайдеры сети могут позволять абоненту устанавливать несколько соединений по канальной секции доступа с общей CIR, превышающей физическую пропускную способность этого канала доступа. Это позволяет абоненту получать пользу от того факта, что не все эти соединения будут активны одновременно. Однако реальные рабочие характеристики сети будут ухудшаться, если абонент пытается использовать это повышенное обязательство. В частности, попытки полного использования этого превышения приведут к увеличению числа FECN, BECN и CLLM (см. Дополнение I), а также к повышению FLR, FTD, FCTDR или к каким-либо комбинациям этих влияний. В худшем случае попытки полного использования таких повышенных обязательств могут проявиться как неработоспособность.

Дополнение III

Метод оценки FLR: выделение FLR

Как указано в основной части данной Рекомендации, допускается любой статистически обоснованный метод оценки FLR или любого другого параметра рабочих характеристик из X.144. В этом Дополнении определяется методология получения FLR на основе сетевых данных, таких как записи счетов, статистические сведения о коммутации и об авариях, которые вырабатываются в сетях, обеспечивающих службу ПВК с ретрансляцией кадров. В пределах своих ограничений этот метод дает эффективные по стоимости средства оценки FLR для конкретного ПВК.

III.1 Ограничения методологии выделения FLR

Методология, описанная в III.2, подходит для оценок FLR на длинных интервалах времени (порядка часов, а не минут) и не подходит для оценки FLR на коротких интервалах (порядка минут или меньше). В частности, этот метод не применим при оценке FLR для целей вычисления коэффициента готовности службы FR. Причиной этих ограничений является необходимость пренебрежимо малых различий между наборами кадров, по которым вычисляются разнообразные статистические величины. Несмотря на вышеуказанное, этот метод полезен при определении некоторого общего показателя работоспособности конкретных ПВК; его правильность была подтверждена сетевыми операторами, использующими более точные методы оценки FLR.

III.2 Методология выделения FLR

Метод выделения FLR, объясняемый ниже, зависит от статистических сведений, собираемых для кадров в конкретных местах сети, показанных ниже на рисунке III.1.

В каждом соединении ПВК в сети с ретрансляцией кадров собирается следующая информация:

- общее число входных кадров (A/рисунок III.1);
- число кадров с CIR, переданных в сеть (B/рисунок III.1);
- число кадров с EIR, переданных в сеть (C/рисунок III.1);
- число выходных кадров с CIR (D/рисунок III.1);
- число выходных кадров с EIR (E/рисунок III.1);
- общее число выходных кадров (F/рисунок III.1); и
- общее число отброшенных кадров (G/рисунок III.1).

Используя собранные данные, можно оценить FLR следующим образом:

$$FLR_c = \frac{\text{число выходных кадров с CIR}}{\text{число кадров с CIR, переданных в сеть}} = \frac{D}{B} \quad (\text{III-1})$$

$$FLR_e = \frac{\text{число выходных кадров с EIR}}{\text{число кадров с EIR, переданных в сеть}} = \frac{E}{C} \quad (\text{III-2})$$

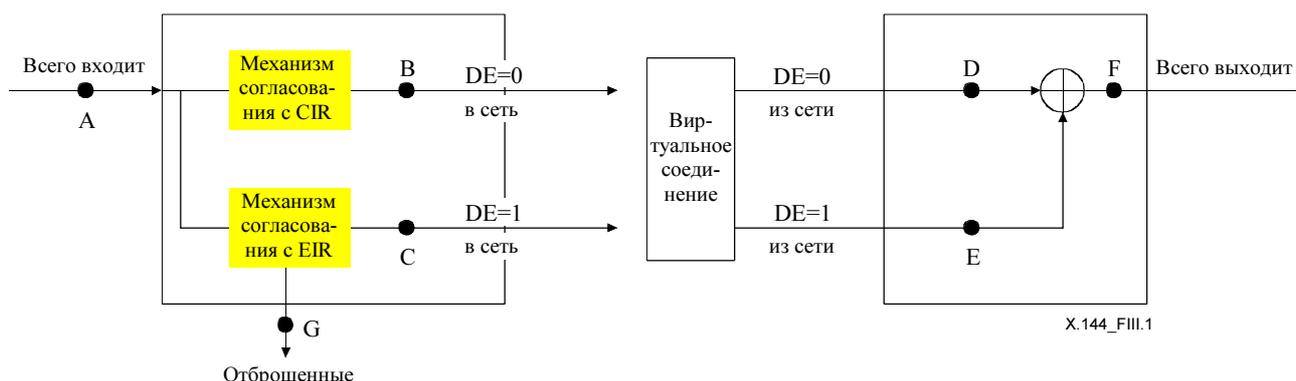


Рисунок III.1/X.144 – Методология выделения FLR

На рисунке III.1 все кадры с $DE = 0$, подсчитанные в B, допущены как согласующиеся, а кадры $DE = 0$, подсчитанные в D, успешно перенесены через сеть. Все кадры с $DE = 1$, подсчитанные в C, допущены как согласующиеся, а кадры $DE = 1$, подсчитанные в E, успешно перенесены через сеть.

В настоящей Рекомендации FLR_c характеризует степень, с какой сеть переносит кадры с $DE = 0$, допущенные как согласующиеся. FLR_e характеризует степень, с какой сеть переносит кадры $DE = 1$, допущенные как согласующиеся. Другими словами, FLR_c соответствует вероятности, с которой кадр $DE = 0$, допущенный как согласующийся, будет потом потерян. FLR_e является вероятностью, с которой кадр $DE = 1$, допущенный как согласующийся, будет потом потерян.

Следовательно, соглашаясь с сильной корреляцией между совокупностями кадров в статистических сведениях, генерируемых в установленных местах на рисунке III.1, можно использовать уравнения (III-1) и (III-2) для точной оценки FLR, определенного в этой Рекомендации.

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия В	Средства выражения: определения, символы, классификация
Серия С	Общая статистика электросвязи
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	TMN и техническое обслуживание сетей: международные системы передачи, телефонные, телеграфные, факсимильные и арендованные каналы
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных и взаимосвязь открытых систем
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура и аспекты межсетевых протоколов (IP)
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи